

# UN ENFOQUE DE RIESGO DE MERCADO PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO DE LIQUIDEZ

Daniel Osorio Rodríguez  
Dairo Estrada\*

## INTRODUCCIÓN

Las crisis financieras son usualmente el resultado de la materialización de uno o varios de los riesgos que enfrenta el sistema financiero en un momento determinado; tales crisis acarrearán costos elevados para las economías que las sufren, por lo cual las autoridades económicas, y entre ellas los bancos centrales, mantienen una preocupación constante por la estabilidad del sistema financiero<sup>1</sup>.

De acuerdo con Sir Andrew Large (2005), codirector del Banco de Inglaterra, esta preocupación debe traducirse en análisis profundos de aquellos riesgos, con el fin de monitorear su comportamiento teniendo presente la preservación de la estabilidad financiera. No obstante, el ejercicio de este análisis depende crucialmente del conocimiento que se tenga sobre el origen de los riesgos y, más importante aún, de las fuerzas subyacentes que conducen a que la materialización de un riesgo en una entidad particular se convierta en un problema para el conjunto del sistema financiero.

Con este artículo se intenta contribuir al entendimiento de la mecánica del riesgo de liquidez, enfocándose en las fuerzas que permiten que, en caso de crisis, este riesgo se “transmita” a lo largo de todas las entidades del sistema financiero<sup>2</sup>. En particular, en el artículo se intenta mostrar cómo el riesgo de liquidez que enfrentan las entidades puede convertirse en una crisis financiera a través de su “conversión” en riesgo de mercado; brevemente, el mecanismo que permite que esto

---

\* Los autores son: profesional en análisis y estabilidad financiera, y director del Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República, respectivamente.

Este documento es una versión resumida de Estrada y Osorio (2006). Los autores agradecen los comentarios de David Salamanca, Esteban Gómez, Carlos Andrés Amaya, Juan Pablo Arango y Hernando Vargas. Los errores u omisiones son responsabilidad exclusiva de los autores. Este es un trabajo en progreso, por lo cual todos los comentarios son bienvenidos. Las opiniones contenidas en este artículo no reflejan necesariamente la posición del Banco de la República ni de su Junta Directiva.

<sup>1</sup> Para el caso del Banco de la República de Colombia, existe incluso la posibilidad de que una crisis financiera se convierta en una restricción efectiva para el ejercicio de la política monetaria. Véase Vargas *et al.* (2006).

<sup>2</sup> El riesgo de liquidez está asociado con la posibilidad de que una entidad financiera sea incapaz de cumplir adecuadamente con sus obligaciones, como resultado de la carencia de recursos líquidos con los cuales hacerlo.

sucedan es el siguiente: cuando una entidad financiera afronta problemas de liquidez, procura liquidar alguna porción de sus activos negociables con el fin de responder por sus obligaciones. Si la demanda por tales activos no es perfectamente elástica, ello ocasiona una caída en su precio; si, adicionalmente, los bancos registran en su balance tales activos valorados a precios de mercado (*mark to market*), la caída en el precio produce una pérdida de valor en el portafolio de todas las entidades del sistema; en consecuencia, el riesgo de liquidez termina convertido en riesgo de mercado.

En el presente documento se racionaliza esta idea por intermedio de la simulación de un modelo microeconómico que captura los objetivos y el comportamiento del tesorero de un banco que enfrenta incertidumbre tanto en torno tanto a sus necesidades de liquidez como a sus oportunidades de inversión.

Para lograr este objetivo, el artículo está dividido en cuatro secciones: la primera clasifica las contribuciones más importantes a la literatura sobre el funcionamiento del riesgo de liquidez. Como se intentará mostrar, la literatura sobre el tema ha tendido a dejar de lado esta “mecánica” del riesgo de liquidez; la segunda presenta el modelo mencionado, mientras que la tercera expone los resultados de las simulaciones del modelo; finalmente, la cuarta presenta algunas reflexiones a manera de conclusión.

## I. ESTADO DEL ARTE

Los estudios recientes que se concentran en el riesgo de liquidez individual como fuente de riesgo sistémico pueden clasificarse en tres grupos<sup>3</sup>; esta clasificación es en todo caso arbitraria, y no necesariamente excluyente. Su objetivo es ubicar con facilidad la contribución que hacen al estado del arte las ideas contenidas en este artículo.

El primer grupo enfatiza en la idea de que el riesgo de liquidez puede constituir un problema para el sistema financiero, como un todo, debido a la posibilidad de corridas bancarias. Esta situación está desarrollada en el trabajo de Diamond y Dybvig (1983), cuyo modelo exhibe un posible equilibrio en el cual todos los depositantes “corren” al banco a retirar sus depósitos<sup>4</sup>. Una característica muy valiosa de este trabajo –y que recoge este artículo– es que su punto de partida es

---

<sup>3</sup> El riesgo sistémico se asocia con la posibilidad de que los problemas financieros en una entidad impliquen secuencialmente (y por diversos mecanismos) efectos adversos en otras entidades (véase De Bandt y Hartmann, 2000). Si bien esta revisión se concentra particularmente en los artículos más recientes (es decir, desde *circa* 1980), lo cual no implica que los fenómenos aquí mencionados sean nuevos o que no hayan sido analizados con anterioridad, véase, por ejemplo, Kindleberger (1978), para un análisis ahora clásico.

<sup>4</sup> Sin embargo, este equilibrio es uno de los múltiples posibles en el modelo; y la selección de uno u otro equilibrio en particular no está justificada. Gorton (1988) propone que la aparición de un equilibrio de corrida bancaria está determinada por la percepción que tienen los agentes sobre el estado agregado de la economía. Gorton (1988) y Dwyer y Hasan (1994) han analizado diversas experiencias históricas de corridas bancarias.

la estructura de liquidez de los bancos; en otras palabras, la razón de ser de los bancos conlleva a la transformación de pasivos líquidos (depósitos) en activos ilíquidos (cartera); transformación que implica la aparición del riesgo de liquidez en la medida en que los bancos enfrentan choques en los depósitos.

La gran mayoría de investigadores puede clasificarse dentro del segundo grupo de trabajos, en donde, en palabras de Craig Furfine (1999), el riesgo de liquidez puede ser una fuente de riesgo sistémico en tanto “la quiebra de una o un pequeño número de entidades se transmite a otras a través de *vínculos financieros explícitos entre ellas*” (traducción y énfasis nuestros). Tales vínculos se asocian, primordialmente, con la existencia de exposiciones crediticias en el mercado interbancario. Cuando un banco quiebra a raíz de su incapacidad para resolver un problema de liquidez, inevitablemente declara su incapacidad para pagar sus pasivos en el mercado interbancario, lo cual deja a otros bancos en una difícil situación financiera, y eventualmente en quiebra (con la subsiguiente incapacidad de pagar sus pasivos).

Diversos trabajos asociados con este grupo analizan el problema desde varias perspectivas: entre ellos Allen y Gale (2000); Rochet y Tirole (1996); Freixas, Parigi y Rochet (2000); Castiglionesi (2004); Iori y Jafarey (2000); Iori, Jafarey y Padilla (2003) y Estrada (2001); Estos últimos dos trabajos comparten una característica que se recoge en este artículo: la simulación computacional de un modelo macroeconómico que captura el comportamiento del tesorero de un banco. De acuerdo con los autores, esta es una buena estrategia para abordar el problema debido al ambiente controlado y ante las limitaciones en la información existente<sup>5</sup>.

Finalmente, el tercer grupo de literatura es el menos desarrollado, y sus autores más representativos son: Schnabel y Shin (2004); Cifuentes, Ferrucci y Shin (2005) y Plantin, Sapra y Shin (2005). De acuerdo con estos autores, cuando una entidad afronta un problema de liquidez, por lo general intentará vender cierta porción de sus activos líquidos para resolverlo. Por lo cual perturba los mercados de activos negociables, en el que participan las otras entidades. Por esta vía, el riesgo de liquidez se convierte en riesgo de mercado. Sin embargo, los trabajos de estos autores imponen una serie de restricciones para que el mecanismo se haga realidad: entre ellas, requieren de la presencia de un mercado interbancario o de regulaciones de capital procíclicas; además, no modelan explícitamente la existencia de riesgo de liquidez<sup>6</sup>.

La idea fundamental del presente documento proviene de este último grupo, así, nuestro objetivo es mostrar que un banco con problemas de liquidez puede ser una fuente de riesgo de mercado para el resto del sistema financiero; por tanto, se

---

<sup>5</sup> Existen algunos trabajos empíricos en torno a la aparición de contagio en los mercados interbancarios, véase Furfine (1999). Una interesante aplicación de la teoría de redes a este problema es desarrollada por Boss *et al.* (2005).

<sup>6</sup> En tales artículos, la fuente de perturbación inicial es siempre exógena.

intenta incluir explícitamente el riesgo de liquidez haciendo uso de las ideas del primer grupo -por intermedio de un modelo simulable como algunos del segundo grupo- y superar las restricciones que impone el tercer grupo. Asimismo, busca mostrar que el mecanismo de conversión (de riesgo de liquidez en riesgo de mercado) se presenta aún en ausencia de corridas bancarias, mercado interbancario o regulación procíclica, como argumentan en su orden los tres grupos.

## II. EL MODELO

### A. El planteamiento

El ejercicio teórico presentado en esta sección se basa en el trabajo previo de Iori, Jafarey y Padilla (2003) y Estrada (2001), el cual consiste en un modelo que captura el problema diario que enfrenta el tesorero (o el administrador de liquidez) de una entidad financiera, en un ambiente en el cual existe incertidumbre acerca tanto de las necesidades de liquidez de los depositantes como de las posibilidades de inversión de la entidad.

El tesorero descrito por el modelo puede ser tomado como el agente representativo del sistema financiero. El supuesto fundamental, en lo sucesivo, es que su comportamiento representativo es común para los tesoreros de todos los bancos del sistema, y su único objetivo es cumplir con sus obligaciones hacia los depositantes que requieran liquidez. Adicionalmente, el tesorero no tiene a la mano instrumentos financieros que le permitan cubrirse totalmente ante las contingencias de liquidez<sup>7</sup>. El balance de la entidad financiera con base en el cual el tesorero representativo toma sus decisiones está representado por la siguiente estructura:

<i>Cartera de créditos</i> <i>Inversiones en el activo negociable</i> <i>Efectivo</i>	<i>Depósitos</i>
---	------------------

Los activos del banco están representados en cartera de créditos, inversiones en un único activo negociable (se puede comprar y vender en el mercado) valorado en el balance a precios de mercado<sup>8</sup>, y efectivo. Los pasivos del banco corresponden a los depósitos de los usuarios.

Debido a la aleatoriedad en el comportamiento de los depósitos, existe la posibilidad de que el efectivo no sea suficiente para cumplir con los depositantes. Como se mencionó, en este modelo no existe un mercado interbancario, por lo que el tesorero no tiene la posibilidad de acudir a él. En este caso, el tesorero procura

<sup>7</sup> En este sentido, el modelo se caracteriza por la presencia de mercados incompletos.

<sup>8</sup> Esto es, existen prácticas de *mark to market* en la valoración de este activo. Los demás componentes del balance no se transan en el mercado.

vender sus inversiones en el activo negociable, y los compradores de tales inversiones serán otros tesoreros cuya situación de liquidez no sea problemática. En el mercado, las ofertas de inversiones y las demandas de inversiones determinan un nuevo precio de mercado, al cual son valoradas todas las inversiones de todos los bancos. Si el precio cae, consecuentemente cae el valor del portafolio de inversión de todos los bancos, lo cual los deja en una situación menos holgada para enfrentar futuros choques de liquidez.

## B. Funcionamiento del modelo: ¿Qué ocurre en el período $t$ ?

La Figura 1 presenta la estructura temporal del modelo, concentrándose particularmente en lo que ocurre en un período de tiempo representativo, el período  $t$ .

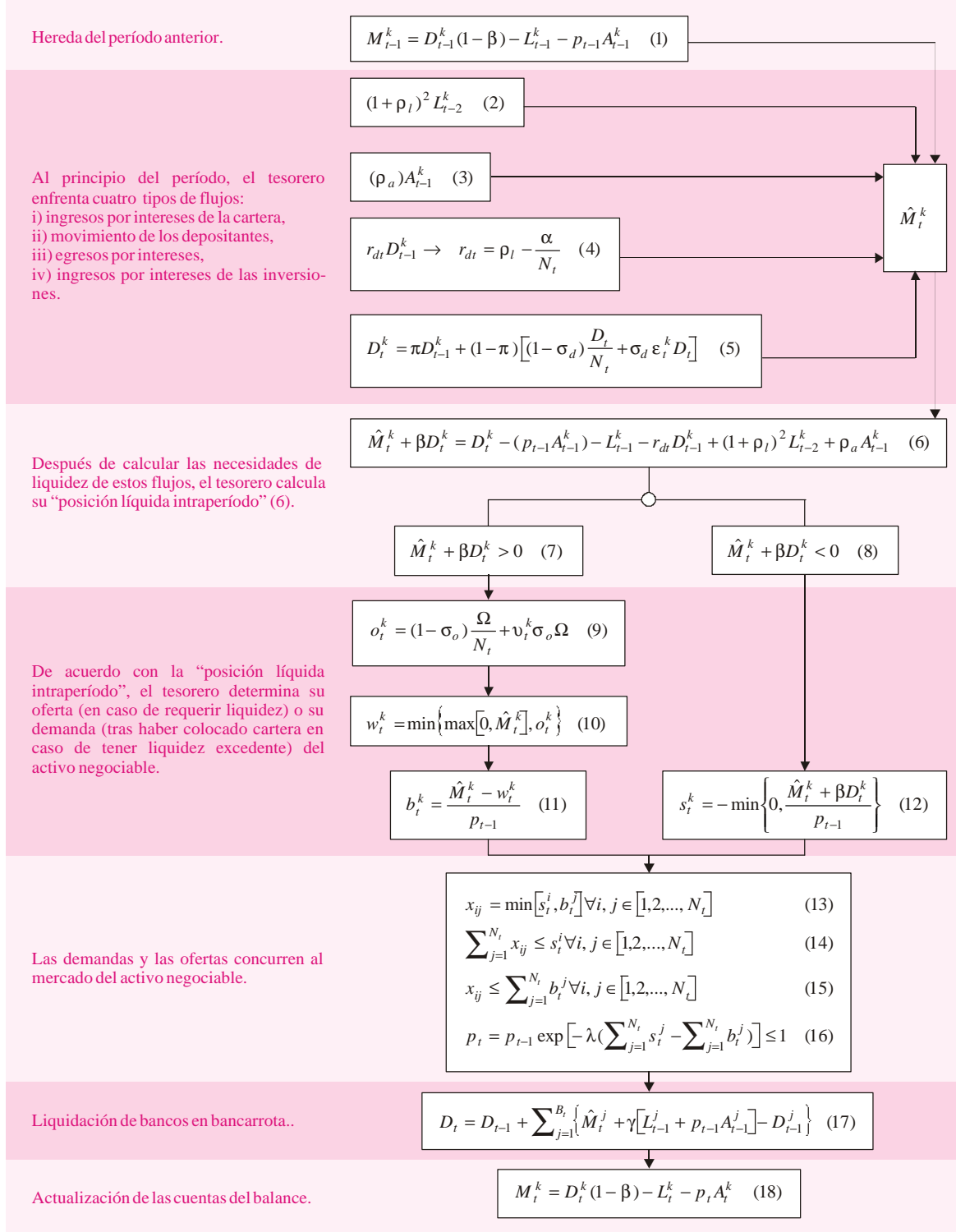
Al principio del período  $t$ , el sistema financiero se compone de  $N_t$  bancos, etiquetados por el superíndice  $k$  donde  $k \in \{1, 2, \dots, N_t\}$ . Al comenzar el período, el tesorero del banco  $k$  hereda una cantidad de efectivo del período anterior,  $M_{t-1}^k$ , que surge de restar a los depósitos netos de encaje las operaciones en la que se ha involucrado el banco. (expresión (1) en la Figura 1). Una vez en posesión de esta cantidad, el tesorero enfrenta simultáneamente cuatro clases de flujos:

1. *Ingresos de cartera*: corresponden a ingresos por capital e intereses de la cartera colocada dos períodos atrás; la tasa de interés ( $r_l$ ) es exógena y constante (expresión (2)).
2. *Ingresos por intereses de las inversiones*: se reciben proporcionalmente al stock de inversiones. La tasa de interés ( $r_a$ ) es constante y exógena (expresión (3)).
3. *Egresos por intereses de los depósitos*: se pagan todos los períodos. Aquí, los depositantes nunca “corren” al banco para retirar el capital de sus depósitos (este modelo no incluye corridas bancarias), salvo en el caso mencionado en el siguiente numeral. La tasa de interés pagada a los depositantes ( $r_d$ ) está dada en la expresión (4) como una función del número de bancos del sistema (Salop, 1979). Nótese que como resultado de la diferencia en la periodización de los ingresos por cartera y los egresos por depósitos se genera inevitablemente una brecha (gap) de liquidez<sup>9</sup>.
4. *Movimientos de los depositantes entre bancos*: si bien los depositantes nunca “corren” hacia el sistema bancario, existe la posibilidad de que muevan sus depósitos de un banco a otro debido, por ejemplo, a migraciones geográficas. La ecuación (5) recoge el comportamiento de los depósitos de cada banco. De acuerdo con esa expresión, los depósitos agregados del

<sup>9</sup> Este gap de liquidez es una herramienta clave para el análisis del riesgo liquidez del sistema financiero en el *Financial System Assessment Program* (FSAP) del Fondo Monetario Internacional.

FIGURA 1

## EL MODELO DEL TESORERO REPRESENTATIVO



Donde:

$t$ : índice de período

$k, i, j$ : índices de bancos

$M$ : efectivo

$D^k$ : depósitos del banco  $k$

$b$ : encaje

$L$ : cartera de créditos

$p$ : precio de mercado del activo negociable

$A$ : stock de inversiones en el activo negociable

$r_i$ : tasa de interés activa

$r_a$ : rendimiento del activo negociable

$r_{di}$ : tasa de interés pasiva

$a$ : Costo asociado con el movimiento de los depositantes

$D$ : depósitos agregados

$p$ : componente autorregresivo de los depósitos

$S_d$ : componente aleatorio de los depósitos agregados (a repartir entre los  $N$  bancos)

$e_t^k$ : porción de los depósitos aleatorios que se queda el banco  $k$

$M$ : posición en efectivo al interior del período

$\sigma_t^k$ : cartera de créditos que el banco  $k$  podría extender

$W$ : demanda agregada de crédito

$S_o$ : componente aleatorio de la demanda de cartera agregada (por repartir entre los  $N$  bancos)

$u_t^k$ : porción de la demanda de cartera aleatoria que se queda en el banco  $k$

$w_t^k$ : cantidad de cartera que el banco  $k$  efectivamente extiende

$s_t^k$ : oferta de activos negociables

$b_t^k$ : demanda de activos negociables

$x_{ij}$ : transacción llevada a cabo entre el banco  $i$  (oferente) y el banco  $j$  (demandante)

$l$ : parámetro que incorpora la elasticidad de la demanda

$B$ : bancos que entran en bancarrota

$g$ : porcentaje de los activos que se recupera para los depositantes en el proceso de liquidación.

sistema financiero (dados exógenamente) se reparten aleatoriamente entre todos los bancos del sistema financiero.

A partir de lo anterior (con un poco de álgebra<sup>10</sup>), el tesorero calcula su posición de efectivo ( $\hat{M}_t^k$ ) y, más generalmente, su “posición de liquidez intraperíodo (PLIP)”, que le indica cuál es la cantidad de liquidez con la que cuenta para pagar a los depositantes (expresión (6), compuesta de la suma de efectivo ( $\hat{M}_t^k$ ) y encaje disponible ( $bD_t^k$ )). La combinación de los cuatro flujos puede dejar al tesorero en una de las siguientes dos situaciones:

<sup>10</sup> El álgebra de esta sección no se presenta en este artículo pero está disponible, por parte de los autores, a solicitud del lector.

- PLIP positiva: el tesorero cuenta con liquidez más que suficiente para pagar a los depositantes, y el sobrante equivale a la PLIP (7).
- PLIP negativa: el tesorero no cuenta con suficiente liquidez para pagar a los depositantes, en una cantidad equivalente a la PLIP (8).

Una vez todos los tesoreros del banco han pasado por la misma experiencia, el sistema bancario queda dividido entre aquellos bancos con liquidez sobrante y aquellos con liquidez insuficiente.

Los bancos con liquidez insuficiente concurren al mercado del activo negociable a liquidar una porción de su *stock* de inversiones con el fin de conseguir la liquidez que les hace falta. La cantidad del activo negociable que necesita vender en el mercado está dada por la expresión (12). Esa cantidad asciende a la PLIP dividida por el precio del activo negociable observado antes de que se abra el mercado ( $p_{t-1}$ )<sup>11</sup>.

Por su parte, los bancos con PLIP positiva no invierten todo su exceso de liquidez en la compra de inversiones en el activo negociable. Antes de ello, invierten parte del exceso en la colocación de cartera de crédito<sup>12</sup>. No obstante, la cartera que podrían colocar tiene también un comportamiento estocástico dado por la expresión (9), donde la demanda agregada de crédito de la economía ( $W$ ) es exógena y constante. La cantidad de cartera que el tesorero efectivamente coloca ( $w_t^k$  en expresión 10) está restringida por del tamaño del exceso de liquidez (neto de los recursos de encaje).

Si, tras haber colocado cartera, el tesorero aún permanece con un exceso de liquidez, este excedente lo emplea en la compra de activos negociables en el mercado. La demanda por activos negociables de este banco está dada por la expresión (11). Nótese que si  $W$  es muy grande, la demanda por el activo negociable es reducida, lo cual reduce el tamaño del mercado -este hecho será considerado en la siguiente sección-.

La oferta (proveniente de bancos con necesidades de liquidez) y la demanda (de bancos con excesos de liquidez) de activos negociables concurre al mercado, en el cual se llevan a cabo transacciones de compra y venta  $x_{ij}$ , cuyas características de viabilidad están dadas por las condiciones (13-15). En particular, la condición (14) indica que el mercado no necesariamente se vacía, pues pueden haber bancos oferentes que no logren liquidar la cantidad de activos negociables que requerían. Finalmente, en el mercado se determina un nuevo precio (expresión (16)) al cual todas las transacciones son llevadas a cabo y todas las inversiones son “revaloradas”.

<sup>11</sup> Las ventas necesarias del activo negociable se valoran al precio del mercado observado debido a que las inversiones se valoran de acuerdo con prácticas de *mark to market*.

<sup>12</sup> Esto se garantiza haciendo que la tasa exógena de la cartera ( $\rho_l$ ) sea mayor que la tasa exógena de los activos negociables ( $r_a$ ).



### C. El final del período $t$ y el canal de contagio: el riesgo de mercado

Al cerrar el mercado, todos aquellos bancos que no lograron liquidar la cantidad de activos negociables que requerían para superar su necesidad de liquidez entran en situación de bancarota y son liquidados por el regulador, cuya única tarea es intervenir los bancos en esa situación. El regulador liquida a descuento los activos del banco en bancarota y los entrega a sus depositantes, quienes a su vez redepositan estos recursos en otros bancos del sistema. Los depósitos agregados del sistema evolucionan de acuerdo con la ecuación (17), donde  $1-\gamma$  es el costo de la liquidación.

En el siguiente período ( $t+1$ ), el tesorero hereda una cantidad de efectivo dada por (18). Nótese que el stock de inversiones se valora al nuevo precio del mercado ( $p_t$ ). Esto es cierto inclusive para aquellos bancos que no participaron en el mercado de activos negociables. Este es precisamente, el canal de contagio (y, por ende, de aparición del riesgo sistémico) que se enfatiza en este artículo: la caída en el precio del activo negociable que puede producirse como consecuencia de la materialización del riesgo de liquidez en ciertas entidades tiene un efecto sobre otras entidades: las deja menos preparadas para choques de liquidez futuros en la medida en que el colchón para enfrentarlos pierde valor; por tanto, la probabilidad de que enfrenten una bancarota en futuros períodos se hace mayor.

En resumen, la conversión del riesgo de liquidez en riesgo de mercado puede diseminarse entre los bancos produciendo naturalmente bancarrotas y crisis financieras, que en el marco del modelo son entendidas como la bancarota simultánea de un gran número de entidades. La siguiente sección explora, por intermedio de simulaciones del modelo, esta interacción del riesgo de liquidez y del riesgo de mercado.

## III. SIMULACIONES

Esta sección sintetiza los resultados más importantes obtenidos a partir de las simulaciones del modelo expuesto en la sección anterior. Tres tipos de simulaciones se llevaron a cabo, diferentes entre sí por la estructura inicial del sistema financiero simulado.

Todos los ejercicios comparten sin embargo las siguientes características: en primer lugar, fueron simulados 150 períodos de tiempo (iteraciones) en cada caso. En segundo lugar, con el fin de exacerbar el riesgo de liquidez, los bancos iniciales ( $N_0$ ) fueron divididos en dos grupos: el primero de ellos recibe ingresos de intereses en  $t = 0$  (como si hubiese colocado cartera en  $t = -2$ ) mientras que el otro grupo sólo recibe ingresos por intereses hasta  $t = 1$  (como si sólo hubiese colocado cartera en  $t = -1$ ). Ello ocasiona que, en todas las simulaciones, la crisis financiera del primer período sea más aguda que la de períodos posteriores, debido a la creación artificial de este gap de liquidez. Finalmente, cada resultado es el producto promedio de 1.000 simulaciones.

En adelante, la definición de estabilidad financiera corresponde al número de bancos “sobrevivientes” en determinado período de tiempo.

### A. Sistema homogéneo

En esta sección se utiliza un sistema compuesto por diez bancos idénticos ( $N_0 = 10$ ) en su estructura de balance inicial<sup>13</sup>. El Gráfico 1 muestra el efecto –todo lo demás constante– de  $W$  (demanda agregada de crédito) y de  $s_d$  (volatilidad de los depósitos) sobre la estabilidad financiera. De acuerdo con el panel A del Gráfico 1, la demanda agregada de crédito se relaciona negati-

vamente con la estabilidad financiera. Para dado momento del tiempo, es claro que un número mayor de bancos sobrevive con una menor demanda de crédito.

Ello puede interpretarse como el efecto que tiene el tamaño del mercado de inversiones sobre la estabilidad financiera. Si la demanda agregada de crédito es mayor, la expresión (9) indica que esto reduce la demanda por las inversiones y, por tanto, el tamaño del mercado de inversiones. Si el tamaño del mercado es menor, un mismo nivel de oferta tiene un efecto más pronunciado sobre la caída del precio, lo que quiere decir que exagera el riesgo de mercado y, por tanto, amenaza con más fuerza a la estabilidad financiera.

Por su parte, el efecto –todo lo demás constante– de una mayor volatilidad de los depósitos no es claro (panel B del Gráfico 1). Si la dispersión de los resultados de cada simulación se tiene en cuenta, es posible concluir que, estadísticamente, la volatilidad no tiene efecto sobre la estabilidad.

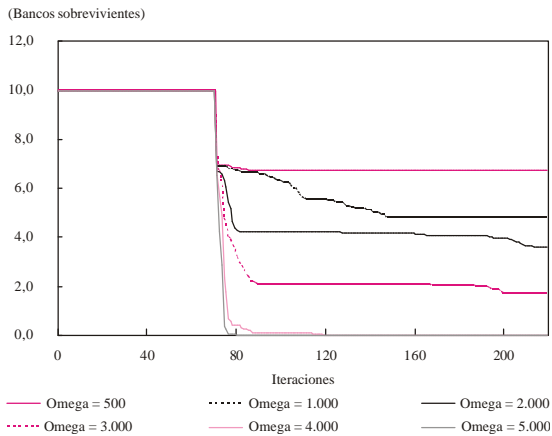
### B. Sistema heterogéneo: el caso aleatorio

Para incorporar la heterogeneidad del sistema financiero, se simula un sistema financiero compuesto por diez bancos, cada una de cuyas estructuras de balance ini-

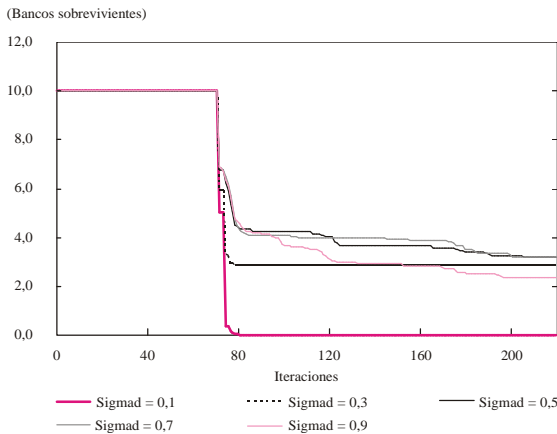
GRÁFICO 1

#### ESTABILIDAD FINANCIERA: EL CASO HOMOGÉNEO

##### PANEL A



##### PANEL B



Fuente: Cálculos de los autores.

<sup>13</sup> El conjunto de parámetros empleados en esta simulación fue:  $A_0 = D_0 = L_{-1}^a = L_{-2}^b = 1.000$ ,  $a = 0,1$ ,  $b = 0,2$ ,  $s_d$  (cuando no cambia) =  $s_0 = g = p = 0,5$ .

$r_1 = 0,1$ ,  $r_a = 0,05$ ,  $W = 2.000$  (cuando no cambia),  $I = 0,01$ .

cial se escoge aleatoriamente<sup>14</sup>. Tanto el panel A como el panel B del la Gráfico 2 confirman los resultados obtenidos en el caso homogéneo, en particular el efecto negativo que ejerce sobre el sistema una mayor demanda de crédito. En este caso, pese a que la magnitud de la primera crisis financiera es muy similar en todos los casos y a que ningún banco sobrevive al final de las iteraciones, es claro que tardan más tiempo en desaparecer aquellos bancos pertenecientes a sistemas que enfrentan menores demandas de crédito.

### C. Sistema heterogéneo: una simulación del sistema bancario colombiano

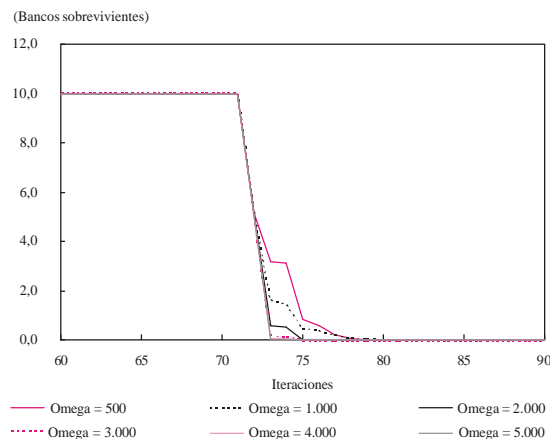
Una alternativa a la heterogeneidad aleatoria de los bancos es utilizar, como estructura de balance inicial, la estructura del balance de los bancos pertenecientes al sistema financiero colombiano en noviembre de 2005. En aquel mes, 16 bancos hicieron parte del sistema. Para reflejar la estructura del balance del sistema financiero colombiano, el monto total de activos del sistema fue normalizado a 1.000. A partir de esta normalización, fue calculado el monto correspondiente de depósitos, cartera e inversiones iniciales de cada uno de los 16 bancos.

Es importante resaltar una característica importante de la simulación. Como se mencionó, los bancos iniciales fueron divididos en dos grupos. En este caso, no es posible determinar cuál banco pertenece a cada grupo, lo que obliga a presentar los resultados bajo dos distribuciones extremas; en la primera de ellas, los bancos más grandes del sistema fueron ubicados en el primer grupo, mientras que en la segunda fueron ubicados en el segundo grupo<sup>15</sup>.

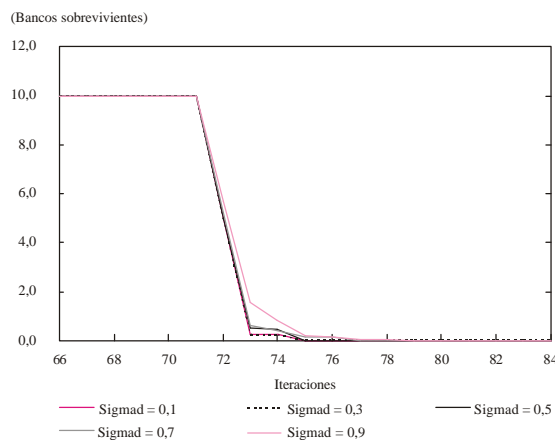
GRÁFICO 2

#### ESTABILIDAD FINANCIERA: EL CASO HETEROGÉNEO ALEATORIO

##### PANEL A



##### PANEL B



Fuente: Cálculos de los autores.

<sup>14</sup> En otras palabras,  $A_0$ ,  $D_0$  y  $L_{-1}$  o  $L_{-2}$  son iguales para *determinado* banco, pero son *diferentes* entre bancos, caso en el cual se escogen aleatoriamente en el intervalo  $[0,1000]$ . De esta forma, es posible incorporar la existencia de bancos “grandes” y de bancos “pequeños” en el sistema simulado. El conjunto de parámetros empleados fue:

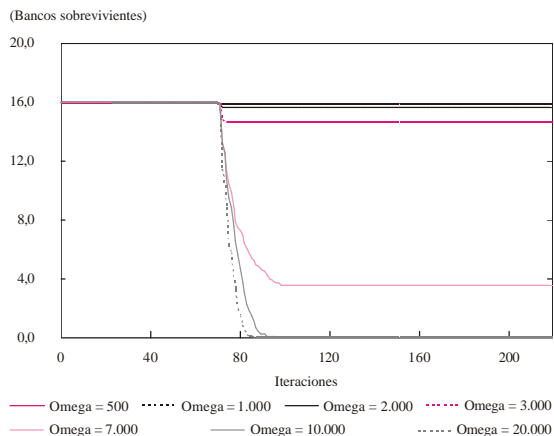
$a = 0,1$ ,  $b = 0,2$ ,  $s_d$  (cuando no cambia) =  $s_o = g = p = 0,5$ ,  $r_l = 0,1$ ,  $r_a = 0,05$ ,  $W = 2.000$  (cuando no cambia),  $I = 0,01$ .

<sup>15</sup> El conjunto de parámetros empleados en esta simulación fue:

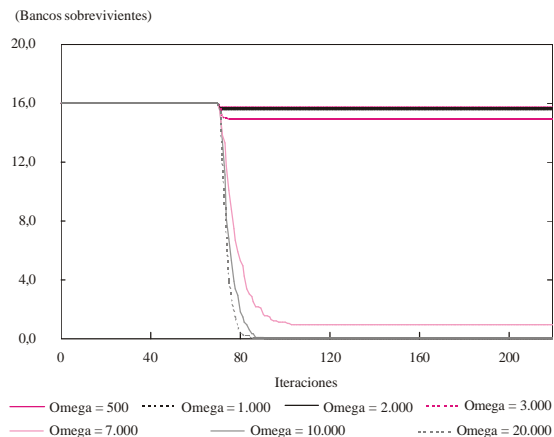
$a = 0,1$ ,  $b = 0,06$  (datos reales),  $s_d$  (en este caso fue estimada, por lo cual no cambia) =  $0,9$ ,  $s_o$ ,  $= g = 0,5$ ,  $p = 1$  (estimado),  $r_l = 0,152$  (calculado),  $r_a = 0,00132$  (estimado),  $I = 0,01$ .

## ESTABILIDAD FINANCIERA: EL CASO COLOMBIANO

## PANEL A



## PANEL B



Fuente: Cálculos de los autores.

El Gráfico 3 muestra el efecto que tiene  $W$  (todo lo demás constante) sobre la estabilidad financiera bajo cada una de las dos distribuciones. El resultado principal en torno a la demanda de crédito se mantiene. Únicamente bajo demandas de crédito muy altas ninguno de los 16 bancos sobrevive a las 150 iteraciones. Si  $W$  es lo suficientemente pequeño, en promedio menos de un banco se quiebra al final de las 150 iteraciones.

## IV. CONCLUSIONES

El objetivo en este artículo fue mostrar la posibilidad de que el riesgo de liquidez que enfrentan los intermediarios financieros puede convertirse en riesgo sistémico, y eventualmente en crisis financieras, cuando los bancos con problemas de liquidez perturban el funcionamiento normal de los mercados en los cuales concurren. En este sentido, el riesgo de liquidez se convierte en riesgo de mercado para el conjunto de entidades del sistema bancario.

Por intermedio de la simulación de un modelo microeconómico, en este artículo se mostró no sólo que ese mecanismo funciona, sino que depende crucialmente de la “profundidad” de tales mercados. Adicionalmente, se mostró que el mecanismo se encuentra presente aun en ausencia de exposiciones crediticias en el mercado interbancario, regulación procíclica o corridas bancarias.

La utilidad práctica de este ejercicio puede ser cuestionada debido a que sus resultados provienen de una especificación teórica muy limitada<sup>16</sup>; sin embargo, pese al ambiente controlado, algunas lecciones prácticas pueden ser extraídas.

En primer lugar, el simple hecho de la “conversión” de riesgos se suma a la preocupación reciente de las autoridades económicas en Colombia en torno a la ame-

<sup>16</sup> Por ejemplo, el mecanismo no tiene sentido si, en caso de problemas, el banco central está dispuesto a inyectar al sistema la liquidez requerida en cualquier momento del tiempo. No obstante, es posible argumentar que, dada la preocupación de los bancos centrales por mantener el control de la inflación, este tipo de intervención tiene un límite. El mecanismo presentado en este artículo puede suceder una vez se alcanza ese límite.

naza que representa el riesgo de mercado para la estabilidad del sistema financiero colombiano<sup>17</sup>.

Adicionalmente, en este artículo se insta de monitorear ciertas variables que, en un ambiente particular, pueden contribuir a la inestabilidad financiera -en particular, la profundidad de los mercados en los cuales los bancos interactúan-.

Con relación a la fuente que origina el riesgo de liquidez, los resultados en este artículo contribuyen a la idea de que la liquidez en los mercados no es un elemento exógeno. En los países en vía de desarrollo, como Colombia, la liquidez de los mercados depende crucialmente de, por ejemplo, el comportamiento de los mercados extranjeros. Las turbulencias en esos mercados pueden reflejarse rápidamente en escasez de liquidez en el sistema financiero doméstico, lo cual puede implicar efectos negativos sobre el valor de los activos y la estabilidad financiera a través de interacciones endógenas al comportamiento de los bancos.

Por otra parte, es posible pensar que los mecanismos mencionados son el resultado lógico de la creciente complejidad de los mercados financieros. En la actualidad, los bancos tienen a su disposición varias alternativas de inversión que se transan con facilidad en los mercados financieros. No obstante, el trabajo de Schnabel y Shin (2004) nos recuerda que no hace falta un sistema financiero complejo para que la “conversión” opere, argumento que favorece la simplicidad del modelo aquí empleado.

Finalmente, es valioso mencionar una lección muy sutil que deja el modelo empleado. De acuerdo con Plantin, Sapra y Shin (2005), prácticas de valoración de inversiones como el *mark to market* (a pesar de su transparencia) puede representar una amenaza para la estabilidad financiera debido a su tendencia a acentuar los ciclos financieros. En el contexto de este ejercicio, tal tendencia es evidente.

---

<sup>17</sup> Véase, a este respecto, las ediciones recientes del *Reporte de Estabilidad Financiera* del Banco de la República. Alrededor de un tercio de los activos del sistema bancario colombiano se encuentra representado en inversiones en activos negociables, buena parte de las cuales se valoran a precios de mercado.

## REFERENCIAS

- Allen, F.; Gale, D. (2000). "Financial Contagion", en *Journal of Political Economy*, Vol. 108, No. 1, febrero, pp. 1-33.
- Boss, M.; Elsinger, H.; Summer, M.; Thurner S. (2004). "An Empirical Analysis of the Network Structure of the Austrian Interbank Market", *Financial Stability Report*, Banco Nacional de Austria, No.7, pp. 77-87.
- Castiglionesi, F. (2004). "Financial Contagion and the Role of the Central bank", *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Cifuentes, R.; Ferrucci, G.; Shin, H. (2005). "Liquidity Risk and Contagion", Serie Documentos de trabajo, *Banco de Inglaterra*, No. 264.
- De Bandt, O.; Hartmann, P. (2000). "Systemic Risk: a Survey", Banco Central Europeo, Serie Documentos de Trabajo, No. 35, noviembre.
- Diamond, D.; Dybvig P. (1983). "Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity", en *Journal of Political Economy*, Vol. 91 No. 3, junio, pp. 401-419.
- Dwyer, G.; Hasan, I. (1994). Bank Runs in the Free Banking Period", en *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 26, No. 2, mayo, pp. 271-288.
- Estrada, D. (2001). "Reserve Requirements, Systemic Risk and Interbank Market", Thesis, International Doctoral Program in Economic Analysis, *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- \_\_\_\_\_; Osorio, Daniel (2006). "A Market Risk Approach to Liquidity Risk and Financial Contagion", en Borradores de Economía, *Banco de la República*, No. 384.
- Freixas, X., Parigi, B. and J. Rochet[2000]. Systemic risk, interbank relations and liquidity provision by the central bank. *Journal of Money, Credit and Banking* 32, No. 3, Part 2, Aug. 2000, pp. 611-638.
- Furfine, C. (1999). "Interbank Exposures: Quantifying the Risk of Contagion", Documento de trabajo, BIS, No. 70, junio.
- Gorton, G. (1988). "Banking Panics and Business Cycles", *Oxford Economic Papers*, No. 40, pp. 751-781.
- Iori, G.; Jafarey, S. (20009. Interbank Lending, Reserve Requirements and Systemic Risk", serie Documentos de discusión, *University of Wales at Swansea*, No. 00-08.
- Iori, G.; Jafarey, S.; Padilla, F. (2003). "Interbank Lending and Systemic Risk" (mimeo).
- Kindleberger, C. (1978). *Manias, Panics and Crashes: a History of Financial Crises*. Basic Books, Nueva York.
- Large, A. (2005). "A Framework for Financial Stability", *Financial Stability Review*, Banco de Inglaterra, No. 18, junio, pp. 135-141.
- Plantin, G.; Sapra, H.; Shin, H. (2005). "Marking to Market, Liquidity and Financial Stability", *Monetary and Economic Studies*, octubre, pp.133-155.
- Rochet, J.; Tirole J. (1996). "Interbank Lending and Systemic Risk", *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 28, No.4, parte 2, noviembre, pp. 733-762.
- Salop, S. (1979). "Monopolistic Competition with Outside Goods", en *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1, pp. 141-156.
- Schnabel, I.; Shin, H. (2004). Liquidity and Contagion: the Crisis of 1763, (mimeo).
- Vargas, Hernando; Departamento de Estabilidad Financiera (2006). "El riesgo de mercado de la deuda pública: ¿una restricción a la política monetaria? El caso colombiano", en Borradores de Economía, *Banco de la República*, No. 382.